کیا کسی بھی جسم کی حالت(جمود) اس میں موجود توانائی(کے مواد) پر انحصار کرتی ہے؟

البرٹ آئن شٹائن ؛ مترجم: فصی ملک

چار نومبر ۲۰۲۳

تعارف:

یہ آئن شٹائن کے اُس شُہرہ آفاق تحقیقی مقالے کا اُردو ترجمہ ہے جس میں اُس نے یہ ثابت کیا تھا کہ مادہ اور توانائی دراصل ایک ہی سکے کے دو رخ ہیں۔ اِسی مقالے کو $E = mc^2$ کے نام سے بھی جانا جاتا ہے ۔ یہ نتیجہ دراصل نظریہ خصوصی اضافیت (special relativity) سے ہی حاصل ہوتا ہے۔ اِسی لیے آپ دیکھیں گے کہ آئن شٹائن بات کو شروع بھی اُس مقالے کے حوالے سے کرتا ہے ۔ یہ مقالہ(جس میں آئن شٹائن نے نظریہ خصوصی اضافیت پیش کیا تھا) حرکت کرتے اجسام کی برقی حرکیات (On the electrodynamics of moving bodies) کے نام سے جانا جاتا ہے اور اس کا اُردو ترجمہ علیحدہ سے پیش کیا جائے گا۔ یہ وہ مقالہ ہے جس میں آئن شٹائن نے ساری کی ساری خصوصی اضافیت تشکیل دی تھی۔ لیکن موجودہ مقالے کو سمجھنے کے لیے یہ ضروری نہیں ہے کہ آپ پہلے اُس (خصوصی اضافیت والے) مقالے کو پڑھیں۔ موجودہ مقالہ بذاتِ خود مکمل ہے اور اس میں صرف یہ نتیجہ ثابت کیا گیا ہے کہ جب کسی بھی جسم سے شعاعوں کی صورت میں توانائی خارج ہوتی ہے تو اُس کی کمیت میں کمی آ جاتی ہے۔

۔ فصی

ترجمہ:

حرکی برقیاتی (electrodynamics) تحقیق کے نتائج جن کو میں نے اس جرنل[1] میں شائع کیا ہے ہمیں ایک بہت ہی دِلچسپ نتیجے کی طرف لے کر جاتے ہیں جو کہ یہاں پر اخذ کیا جائے گا۔

میری وہ تحقیق خالی فضا (empty space) کے لیے میکسویل اور ہرٹز کی مساواتوں (Maxwell-Hertz equations) ، اور فضا کی برقناطیسی توانائی (electromagnetic energy of space) بتانے والی میکسویل کی مساواتوں کے ساتھ ساتھ مندرجہ ذیل اصول پر بُنیاد تھی۔

> وہ قوانین جو کسی بھی طبیعی نظام کی حالت میں تبدیلیوں کو بیان کرتے ہیں اس بات پر انحصار نہیں کرتے کہ دو نظاموں میں سے کون سا دوسرے کے لحاظ سے یکساں رفتار سے حرکت کر رہا ہے۔حالت میں یہ تبدیلیاں اصولِ اضافیت (principle of relativity) کے نام سے جانی جاتی ہیں۔

ان بنیادی اصولوں کی بنا پر میں نے مندرجہ ذیل نتیجہ اخذ کیا ہے۔

فرض کریں کہ روشنی کی مستوی امواج (plane waves) پر مشتمل ایک نظام جس کو ہم محددات کے نظام (x,y,z) سے منسوب کر سکتے ہیں، توانائی l رکھتا ہے۔فرض کریں کہ روشنی کی شعاع x محدد کے ساتھ زاویہ ϕ بناتی ہے۔اب اگر ہم ایک محددات کا نیا نظام (ξ, η, χ) متعارف کرائیں،جو ہمارے پہلے نظام (x,y,z) کے لحاظ سے x محدد کے متوازی رفتار v سے حرکت کر رہا ہو تو اس دوسرے نظام (ξ, η, χ) میں روشنی

---

[1] 891. (1905): 17. phys. d. Ann. Einstein, A.

کی شعاع کی توانائی مندرجہ ذیل ہو گی۔

$$l^* = l\frac{1-\frac{v}{c}cos\phi}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

جب کہ یہاں c رفتارِ نور کو ظاہر کرتا ہے۔ہم اس فارمولے کا ذیل میں استعمال کریں گے۔

فرض کریں کہ (x,y,z) نظام میں ایک جسم ساکن حالت میں ہے اور اس کی توانائی (x,y,z) نظام کے لحاظ سے E_0 ہے۔ اور یکساں رفتار v سے حرکت کرتے ہوئے نظام (ξ, η, χ) کے لحاظ سے اس کی توانائی H_0 ہے۔

فرض کریں کہ یہ جسم روشنی کی ایک شعاع جس کی توانائی $L/2$ ہےاس طرح بھیجتا ہے کہ وہ x محدد کے ساتھ ایک زاویہ ϕ بناتی ہے، اور ساتھ ہی ایک شعاع اس کی مخالف سمت میں بھی بھیج دیتا ہے۔ جب کہ وہ جسم بذاتِ خود محددات کے (x,y,z) نظام کے لحاظ سے حالتِ سکون میں ہی رہتا ہے۔اب قانون بقائے توانائی اس عمل پر لازمی طور پر لاگو ہونا چاہیے، بلکہ درحقیقت (اصولِ اضافیت کی رو سے) محددات کے دونوں نظاموں پر لاگو ہونا چاہیے۔اگر ہم روشنی کے اخراج کے بعد محددات کے نظاموں (x,y,z) اور (ξ, η, χ) کے لحاظ سے توانائی کو بالترتیب E_1 اور H_1 کہیں تو پھر ذیل میں دی گئی مساوات کے استعمال سے ہم مندرجہ ذیل نتیجہ حاصل کرتے ہیں۔

$$E_0 = E_1 + \frac{1}{2}L + \frac{1}{2}L$$

$$H_0 = H_1 + \frac{1}{2}L\frac{1-\frac{v}{c}cos\phi}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} + \frac{1}{2}L\frac{1-\frac{v}{c}cos\phi}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

اب ان مساواتوں کو منفی کرنے سے ہم مندرجہ ذیل نتیجہ حاصل کرتے ہیں،

$$H_0 - E_0 - (H_1 - E_1) = L\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right)$$

اب $H - E$ کی طرح کے فرق جو ہمیں درج بالا مساوات میں نظر آ رہے ہیں ان کی طبیعی اہمیت نہایت سادہ ہے۔ H اور E ایک ہی جسم کی دو مختلف محددات کے نظاموں میں ماپی گئی توانائی کی قیمتیں ہیں جو ایک دوسرے کے لحاظ سے اضافی حرکت (relative motion) میں ہیں جب کہ جسم محددات کے (x,y,z) نظام میں حالتِ سکون میں ہے۔ تو اب یہ واضح ہے کہ یہ فرق $H - E$ جسم کی حرکی توانائی K سے دوسرے نظام (ξ, η, χ) کے لحاظ سے کسی مستقل قیمت C سے جڑا ہو سکتا ہے، جس کا انحصار توانائیوں H اور E کے لیے من مرضی (arbitrary) سے لیے گئے مستقل یا کانسٹنٹ پر ہو گا۔ اس لیے ہم لکھ سکتے ہیں،

$$H_0 - E_0 = K_0 + C$$

$$H_1 - E_1 = K_1 + C$$

چونکہ روشنی کے اخراج کے دوران C تبدیل نہیں ہوتا اس لیے ہم لکھ سکتے ہیں،

$$K_0 - K_1 = L\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right)$$

اس جسم کی حرکی توانائی روشنی کے اخراج کے نتیجے میں (ξ, η, χ) نظام کے لحاظ سے کم ہوتی ہے،اور کم ہونے کی مقدار اس جسم کی خصوصیات سے آزاد ہے۔ مذید یہ کہ حرکی توانائی کا فرق $K_0 - K_1$ ، بالکل الیکٹران کی حرکی توانائی کی طرح رفتار پر انحصار کرتا ہے ۔

چوتھے اور اس سے اوپر کے درجے کی طاقتوں (powers) کو نظر انداز کرنے سے ہمیں مندرجہ ذیل نتیجہ حاصل ہوتا ہے،

$$K_1 - K_0 = \frac{1}{2}\frac{L}{c^2}v^2$$

اس مساوات سے مندرجہ ذیل نتیجہ نکلتا ہے،

کہ اگر کوئی جسم شعاعوں کی صورت میں L توانائی خارج کرتا ہے تو اس کی کمیت میں L/c^2 کمی آتی ہے۔یہ کہ جسم سے نکالی جانے والی توانائی شعاعوں کی توانائی بن جاتی ہے سے بظاہر کوئی فرق نہیں پڑتا۔اس لیے ہم ایک اور زیادہ عمومی نتیجے پر پہنچتے ہیں،

کہ کسی بھی جسم کی کمیت اس جسم میں موجود توانائی کا پیمانہ ہے۔ اگر توانائی میں تبدیلی L ہو تو کمیت میں تبدیلی $\frac{L}{9} \times 10^{20}$ ہو گی۔ جب کہ توانائی کی پیمائش ارگ (erg) جب کہ کمیت کی پیمائش گرامز (grams) میں کی گئی ہے۔

یہ ناممکن نہیں ہے کہ ایسے اجسام جن کا موادِتوانائی (energy content) بہت زیادہ درجے تک متغیر ہوتا ہے جیسا کہ ریڈیم کے کچھ نمک ہیں، ان پر اس تھیوری کو ٹیسٹ کیا جا سکے۔

اگر تھیوری حقائق پر پورا اترتی ہے تو پھر شعاعیں،[شعاعیں] جذب اور خارج کرنے والے اجسام میں کمیت منتقل کرنے کا ذریعہ ہیں۔